

SELBSTSCHWINGENDER SCHALTWANDLER

Die Erfindung bezieht sich auf einen selbstschwingenden Sperrwandler.

Schaltwandler sind zur Versorgung von elektronischen Geräten in einer Vielzahl bekannt geworden, wobei man zwischen Sperr- und Flusswandlern unterscheidet, jedoch auch Mischtypen bekannt geworden sind. Aufwändige Lösungen werden den verschiedensten Anforderungen hinsichtlich Leistung, Kurzschlussfestigkeit, Störfreiheit etc. gerecht.

Es gibt Fälle, in welchen zur Stromversorgung kleinerer Geräte, beispielsweise auch der Ansteuerschaltung eines Schaltwandlers eine Hilfsstromversorgung benötigt wird, an die keine besonderen elektrischen Anforderungen gestellt werden, die jedoch die Kosten des eigentlichen Geräts, beispielsweise eines Schaltwandlers, nicht merklich beeinflussen soll. In solchen Fällen werden oft selbstschwingende Sperrwandler eingesetzt, bei welchen jedoch Voraussetzung das Vorhandensein eines Übertragers mit einer zusätzlichen Hilfswicklung ist. Eines von vielen Beispielen eines solchen Sperrwandlers ist beispielsweise der DE 30 07 566 A1 zu entnehmen.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines selbstschwingenden Schaltwandlers, d. h. eines Schaltwandlers, der keinen eigenen Ansteuerbaustein benötigt, welcher mit möglichst wenigen Bauteilen kostengünstig aufgebaut werden kann.

Diese Aufgabe wird mit einem selbstschwingenden Schaltwandler gelöst, bei welchem erfindungsgemäß eine Eingangsspannung über einen ersten Halbleiterschalter an eine Speicherinduktivität schaltbar ist, der Spannungsabfall eines in Serie mit dem Schalter liegenden Sensorwiderstands als Maß für den Strom durch die Induktivität einer Steuerelektrode eines zweiten Halbleiterschalters zugeführt ist, die Eingangsspannung über einen Widerstand mit der Steuerelektrode des ersten Schalters verbunden ist, diese Steuerelektrode über die Schaltstrecke des zweiten Schalters gegen Masse führbar ist, wobei nach Anschalten der Eingangsspannung während einer ersten Leitphase einer ersten Zeitdauer des ersten Schalters und einem Stromanstieg durch die Induktivität der zweite Schalter leitend wird und den ersten Schalter öffnet, worauf während einer zweiten Zeitdauer die Speicherinduktivität über eine Gleichrichterdiode Energie in einen Ausgangskondensator liefert, bis der Kondensator eines den Schalteingang des zweiten Schalters mit der Eingangsspannung verbindenden Serien-RC-Gliedes aufgeladen ist, der zweite Schalter öffnet und der erste Schalter erneut leitend wird.

Ein Sperrwandler nach der Erfindung kann mit zwei Transistoren und einer Induktivität so wie mit einigen Widerständen und zwei Kondensatoren aufgebaut werden. Für die Versorgung kleinerer Geräte, beispielsweise auch für die Versorgung der Ansteuerschaltung eines größeren Schaltwandlers, ist ein solcher Sperrwandler daher vorzüglich geeignet.

Wenn man eine einzige Induktivität verwendet, kann die Gleichrichterdiode den Ausgangskondensator galvanisch mit der Speicherinduktivität verbinden.

Es ist andererseits auch möglich, dass die Speicherinduktivität von der Primärwicklung eines Übertragers gebildet ist, an dessen Sekundärwicklung die Gleichrichterdiode und der Ausgangskondensator liegen. In einem solchen Fall hat man durch die Wahl des Übersetzungsverhältnisses der beiden Induktivitäten einen größeren Dimensionierungsspielraum, was die Eingangs- und die Ausgangsspannung betrifft.

Zum Schutz des zweiten Transistors und zur Verbesserung des Schaltverhaltens kann es zweckmäßig sein, wenn der Kondensator des RC-Gliedes über einen Schutzwiderstand und eine Entladediode bei eingeschaltetem ersten Schalter entladbar ist, wobei der Schutzwiderstand (R_s) wesentlich kleiner ist, als der Widerstand des RC-Gliedes. Aus den gleich Gründen ist es vorteilhaft, wenn der Steuereingang des zweiten Schalters durch eine Verpolungsschutz-Diode geschützt ist.

Wenn ein Funktionieren des Wandlers auch ohne Last garantiert werden soll, empfiehlt es sich, wenn die Ausgangsspannung an dem Ausgangskondensator geregelt ist.

Eine solche Regelung kann mit Vorteil so erfolgen, dass parallel zu der Schaltstrecke des zweiten Schalters die Schaltstrecke eines dritten Halbleiterschalters liegt, dessen Steuereingang mit der Ausgangsspannung über eine Zenerdiode in Verbindung steht.

Bei Verwendung eines Übertragers ist es hingegen ratsam, wenn die Schaltstrecke des zweiten Schalters von der Kollektor-Emitter-Strecke des Fototransistors eines Optokopplers überbrückt ist, dessen Sendediode über eine Zenerdiode an der Ausgangsspannung liegt.

Die Erfindung samt weiteren Vorteilen ist im folgenden anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen:

Fig. 1 die Schaltung eines Schaltwandlers nach der Erfindung mit einer einzigen Speicherinduktivität und

Fig. 2 eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaltwandlers, welcher einen Übertrager verwendet.

Wie Fig. 1 zeigt, liegt eine Eingangsgleichspannung U_E über eine Speicherinduktivität L_1 , die Kollektor-Emitterstrecke eines Transistors T_1 und einen Sensorwiderstand R_2 gegen Masse. Von dem Pluspol der Eingangsgleichspannung U_E führt ein Widerstand R_1 zur Basis des Transistors T_1 bzw. zum Kollektor eines weiteren Transistors T_2 , dessen Emitter an Masse liegt. Der Emitter des ersten Transistors T_1 führt den Spannungsabfall an R_2 zur Basis des zweiten Transistors T_2 , welche über die Serienschaltung eines Kondensators C_1 und eines Widerstandes R_5 mit dem Verbindungspunkt der Speicherinduktivität L_1 und des Kollektors des Transistors T_1 verbunden ist. Dieser Verbindungspunkt führt über eine Gleichrichterdioden D_1 zu einem Ausgangskondensator C_2 .

Wenn an die soeben beschriebene Schaltung kein Lastwiderstand R_B , wie ganz rechts in Fig. 1 gezeigt, angeschlossen ist, muss für die Regelung der Ausgangsspannung U_A an dem Kondensator C_2 Sorge getragen werden. Dazu ist ein dritter Transistor T_3 vorgesehen, dessen Kollektor-Emitterstrecke parallel zur Kollektor-Emitterstrecke des Transistors T_2 liegt, und dessen Basis über einen Widerstand R_6 und eine Zenerdiode D_4 mit der Ausgangsspannung U_A verbunden ist.

Bei den Transistoren T_1 , T_2 und T_3 handelt es sich ganz allgemein um gesteuerte Halbleiterschalter, wobei bevorzugt FETs verwendet werden.

Die Schaltung nach der Erfindung arbeitet wie folgt. An der Speicherinduktivität L_1 , sowie an dem Widerstand R_1 liegt die Eingangsgleichspannung U_E von beispielsweise 15 V an, welche bei Verwendung eines FETs die zulässige Gate-Source-Spannung nicht überschreiten darf. Über den Widerstand R_1 wird das Gate des Transistors T_1 geladen und dieser schaltet ein, wodurch in der Speicherinduktivität L_1 der Strom linear ansteigt. Der Wert dieses Stroms wird an dem Sensorwiderstand R_2 abgebildet, d. h. der an diesem Widerstand liegende Spannungsabfall ist ein Maß für den Strom durch die Induktivität und dieser Spannungsabfall wird über den Widerstand R_4 dem zweiten Transistor zugeführt. Wenn der zweite Transistor T_2 ein npn-Transistor ist, und die an dem Widerstand R_2 abfallende Spannung größer als die Basis-Emitter-Spannung dieses Transistors ist, wird dieser leitend und er schaltet den Transistor T_1 ab.

Nun versucht im Sinne des Hochsetzerprinzips die Induktivität L_1 den Stromfluss aufrecht zu erhalten und führt den Strom über die Diode D_1 in den Ausgangskondensator C_2 . Über den Kondensator C_1 und den Strombegrenzungswiderstand R_5 wird der Transistor T_2

leitend gehalten und der Transistor T1 bleibt gesperrt. Erst wenn der Kondensator C1 aufgeladen ist, wird der Transistor T1 wieder freigegeben und über den Widerstand R1 das Gate neuerdings geladen. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis die gewünschte Ausgangsspannung erreicht ist. Dann greift der beschriebene Regler auf Basis des Transistors T3 und der Zenerdiode D4 ein, d. h. , falls die Ausgangsspannung erreicht ist, wird über die Zenerdiode D4 und den Widerstand R6 der Transistor T3 eingeschaltet und somit das Gate des Transistors T1 kurzgeschlossen. T1 bleibt so lange abgeschaltet, bis die gewünschte Ausgangsspannung wieder unterschritten wird, dann leitet die Zenerdiode D4 nicht mehr und der Transistor T3 gibt den ersten Transistor T1 wieder frei.

Bei dieser einfachen Schaltung kommt es somit zu einem Aussetzen der Schwingungen, wenn die gewünschte Spannung erreicht ist. Für die Funktion sind zwei Zeitkonstanten maßgeblich, nämlich jene der Speicherinduktivität L1 und des Sensorwiderstands R2, welche die Einschaltsschwelle des zweiten Transistors T2 und die Einschaltdauer t_1 bestimmen, wogegen die Zeitkonstante des Kondensators C1 und des Widerstands R5 die Ausschaltdauer t_2 festlegen.

Die in Fig. 2 gezeigte Schaltung entspricht, was man durch einen Vergleich sofort sieht, im wesentlichen der Schaltung nach Fig. 1. Sie unterscheidet sich durch folgendes:

Die Speicherinduktivität L1 wird hier von der Primärspule eines Übertragers UET gebildet, wobei die an der Sekundärspule L2 auftretende Spannung mit Hilfe der Diode D1 und des Ausgangskondensators C2 wiederum gleichgerichtet wird und zu der Ausgangsspannung U_A führt.

Die Regelung der Ausgangsspannung U_A erfolgt dadurch, dass anstelle des dritten Transistors T3 in Fig. 1 der Fototransistor eines Optokopplers OKO liegt, der zur galvanischen Trennung von der Sekundärseite dient. Sekundärseitig wird die Sendediode des Optokopplers über einen Widerstand R6 und eine Zenerdiode D4 angesteuert, wobei sich genau die gleiche Funktion wie in Fig. 1 beschreiben hinsichtlich der Spannungsregelung ergibt.

In Fig. 2 ist weiters noch eine Schutzbeschaltung gezeigt, die nämlich aus der Serienschaltung eines Schutzwiderstands R_s und einer Diode D2 besteht, welche das von der Speicherinduktivität L1 abgewandelte Ende des Kondensators C1 mit der Basis des Transistors T2 verbindet. Weiters ist die Basis-Emitter-Strecke dieses Transistors T2 von einer weiteren Diode D3 überbrückt.

Diese Schutzbeschaltung dient dazu, dem Transistor T2 in keinem Betriebszustand eine negative Spannung zuzulassen und zusätzlich den Kondensator C1 in der leitenden Phase des ersten Transistors T1 schnell zu entladen. Bei eingeschaltetem Transistor T1 wird der Kondensator C1 mit der Zeitkonstante $C1 \times R_3$ über die in Serie geschalteten Dioden D2 und D3 entladen, wobei vorausgesetzt ist, dass R_3 groß gegen R_5 ist, sodass es zu einer schnellen Entladung kommt. Bei ausgeschaltetem Transistor T1 wird der Kondensator C1 über den Widerstand R_5 mit der Zeitkonstante $C1 \times R_5$ langsam geladen. Die Zeitkonstante muss so gewählt sein, dass genug Zeit für die Abmagnetisierung der Speicherinduktivität L1 bleibt, damit diese bei neuerlichem Einschalten des Transistors T1 keinen Strom führt.

Es ist auch möglich, die Speicherinduktivität L1 im Trapezbetrieb zu betreiben, wobei dann die Zeitkonstante $C1 \times R_5$ entsprechend geringer gewählt wird. Die Diode D3 verhindert bei Einschalten des Transistors T1 eine negative Spannung an der Basis des Transistors und dient als Verpolschutz.

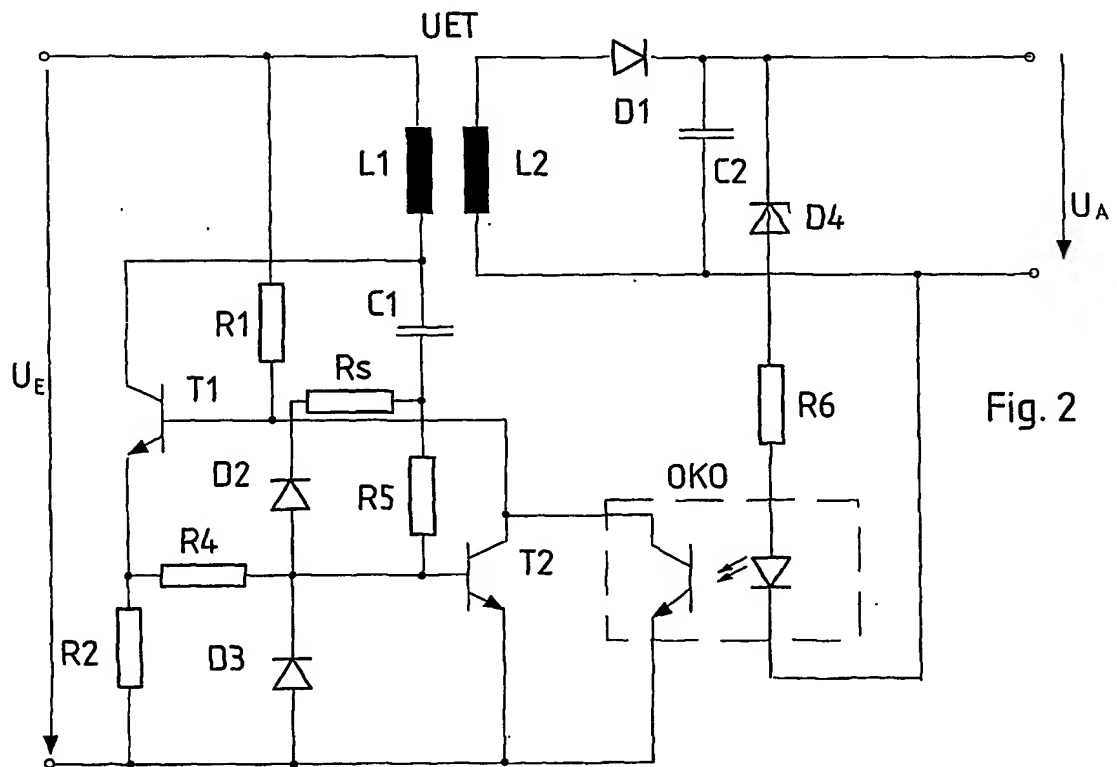
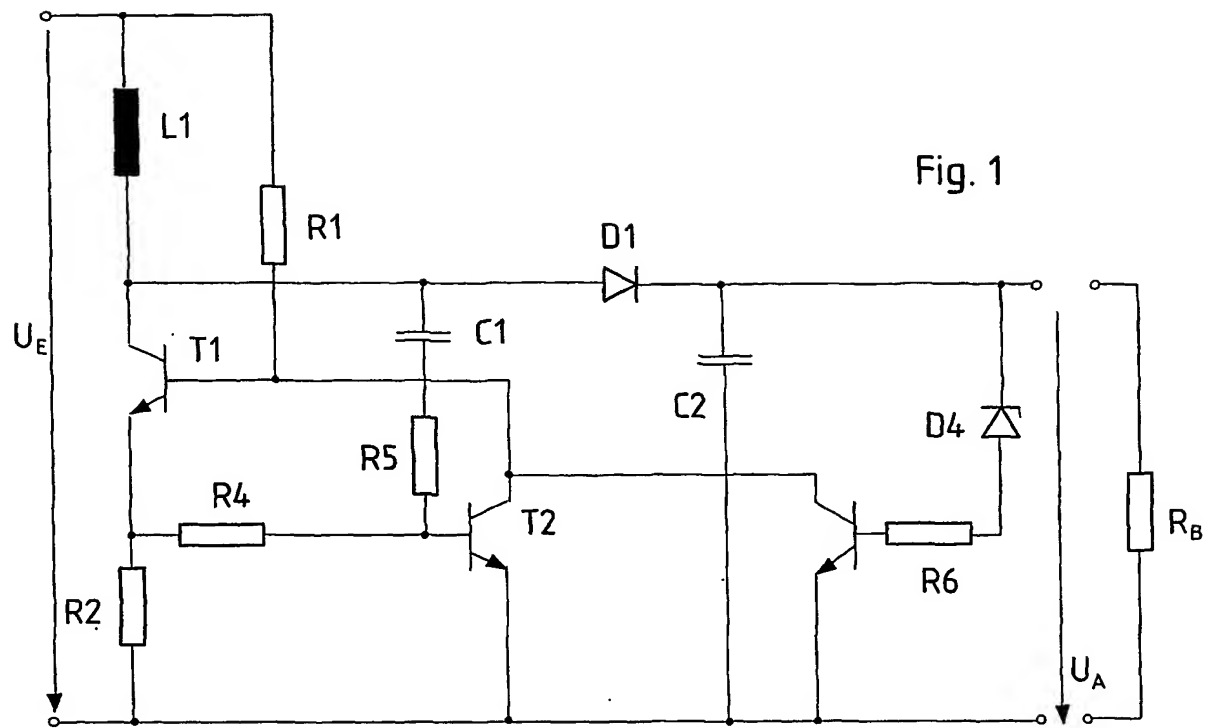
PATENTANSPRÜCHE

1. Selbstschwingender Schaltwandler,

dadurch gekennzeichnet, dass eine Eingangsspannung (U_E) über einen ersten Halbleiterschalter (T1) an eine Speicherinduktivität (L1) schaltbar ist, der Spannungsabfall eines in Serie mit dem Schalter (T1) liegenden Sensorwiderstands (R2) als Maß für den Strom durch die Induktivität (L1) einer Steuerelektrode eines zweiten Halbleiterschalters (T2) zugeführt ist, die Eingangsspannung (U_E) über einen Widerstand (R1) mit der Steuerelektrode des ersten Schalters (T1) verbunden ist, diese Steuerelektrode über die Schaltstrecke des zweiten Schalters (T2) gegen Masse führbar ist, wobei nach Anschalten der Eingangsspannung während einer ersten Leitphase einer ersten Zeitdauer (t_1) des ersten Schalters und einem Stromanstieg durch die Induktivität der zweite Schalter leitend wird und den ersten Schalter (T1) öffnet, worauf während einer zweiten Zeitdauer (t_2) die Speicherinduktivität (L1) über eine Gleichrichterdiode (D1) Energie in einen Ausgangskondensator (C2) liefert, bis der Kondensator (C1) eines den Schalteingang des zweiten Schalters (T2) mit der Eingangsspannung verbindenden Serien-RC-Gliedes aufgeladen ist, der zweite Schalter (T2) öffnet und der erste Schalter (T1) erneut leitend wird.

2. Schaltwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichrichterdiode (D1) den Ausgangskondensator (C2) galvanisch mit der Speicherinduktivität (L1) verbindet.
3. Schaltwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Speicherinduktivität (L1) von der Primärwicklung eines Übertragers (UET) gebildet ist, an dessen Sekundärwicklung (L2) die Gleichrichterdiode (D1) und der Ausgangskondensator (C2) liegen.
4. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C1) des RC-Gliedes ($C1/R5$) über einen Schutzwiderstand (R_S) und eine Entladediode (D2) bei eingeschaltetem ersten Schalter (T1) entladbar ist, wobei der Schutzwiderstand (R_S) wesentlich kleiner ist, als der Widerstand (R5) des RC-Gliedes.
5. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuereingang des zweiten Schalters (T2) durch eine Verpolschutz-Diode (D3) geschützt ist.
6. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangsspannung (U_A) an dem Ausgangskondensator (C2) geregelt ist.

7. Schaltwandler nach Anspruch 2 und Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu der Schaltstrecke des zweiten Schalters (T2) die Schaltstrecke eines dritten Halbleiterschalters (T3) liegt, dessen Steuereingang mit der Ausgangsspannung (U_A) über eine Zenerdiode (D4) in Verbindung steht.
8. Schaltwandler nach Anspruch 3 und Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltstrecke des zweiten Schalters (T2) von der Kollektor-Emitter-Strecke des Fototransistors eines Optokopplers (OKO) überbrückt ist, dessen Sendediode über eine Zenerdiode (D4) an der Ausgangsspannung (U_A) liegt.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/AT2004/000270

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02M3/02 H02M3/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 999 566 A (KUEHN WILLI) 12 March 1991 (1991-03-12) abstract	1,2,4-7
Y	column 3, line 32 - line 67 column 4, line 1 - line 10 figure 1 column 5, line 12 - line 23 figure 2	3,8
Y	EP 0 883 231 A (CANON KK) 9 December 1998 (1998-12-09) the whole document	3,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 December 2004

Date of mailing of the international search report

21/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marannino, E.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/AT2004/000270

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4999566	A	12-03-1991	DE 3924805 A1	03-01-1991
			JP 3036956 A	18-02-1991
			KR 168034 Y1	15-03-2000
			SE 9002281 A	30-12-1990
EP 0883231	A	09-12-1998	JP 11055949 A	26-02-1999
			DE 69809128 D1	12-12-2002
			DE 69809128 T2	03-04-2003
			EP 0883231 A2	09-12-1998
			US 5978234 A	02-11-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02M3/02 H02M3/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 999 566 A (KUEHN WILLI) 12. März 1991 (1991-03-12) Zusammenfassung	1,2,4-7
Y	Spalte 3, Zeile 32 - Zeile 67 Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 10 Abbildung 1 Spalte 5, Zeile 12 - Zeile 23 Abbildung 2	3,8
Y	EP 0 883 231 A (CANON KK) 9. Dezember 1998 (1998-12-09) das ganze Dokument	3,8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Dezember 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marannino, E.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2004/000270

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4999566 A	12-03-1991	DE 3924805 A1	03-01-1991
		JP 3036956 A	18-02-1991
		KR 168034 Y1	15-03-2000
		SE 9002281 A	30-12-1990
EP 0883231 A	09-12-1998	JP 11055949 A	26-02-1999
		DE 69809128 D1	12-12-2002
		DE 69809128 T2	03-04-2003
		EP 0883231 A2	09-12-1998
		US 5978234 A	02-11-1999